Fábrica de Noobs

Desmistificando: Stonehenge

Natanael Antonioli

Fevereiro de 2026

1. SUMÁRIO

2. Com o que estamos lidando? 3
3. Um recado especial... 4
4. Qual cultura construiu o Stonehenge? 6
5. A qual tradição megalítica o Stonehenge faz parte?? 8
6. Quais as etapas de construção do Stonehenge? 15
7. O Stonehenge é uma construção moderna? 23
8. Como as trincheiras foram escavadas? 26
9. De onde as pedras vieram? 27
10. Como as *bluestones* foram extraídas? 30
11. Como as pedras eram trabalhadas? 31
12. Como as pedras eram transportadas? 33
13. Como as pedras eram posicionadas eretas? 35
14. Como as pedras eram posicionadas no topo? 37
15. Como alinhamentos astronômicos eram calculados? 39
16. O Stonehenge situa-se em uma anomalia magnética ou gravitacional? 42
17. O Stonehenge situa-se em um alinhamento de monumentos? 43
18. Conclusões 46

2. COM O QUE ESTAMOS LIDANDO?

O Stonehenge é uma construção megalítica na Inglaterra em que pedras de até 8 toneladas misteriosamente se sustentam sobre pedras eretas de até 30 toneladas, formando uma espécie de relógio astronômico alinhando com eventos sazonais. Especulações sobre sua construção envolvem ajuda de alienígenas, magia ou tecnologias perdidas.

Em https://www.facebook.com/groups/1712618889252391/posts/2271229826724625/, um usuário se propôs a utilizar inteligência artificial para ilustrar três possíveis formas de construção do Stonehenge – e trouxe erros até na que acreditou estar correta.

Figura 1: desenhos gerados pelo usuário.

3. UM RECADO ESPECIAL...

No mês passado, o canal *Fábrica de Noobs*, em parceira com a *Hashtag Treinamentos*, trouxe um link exclusivo para participação em um treinamento na linguagem *Python*. É com grande satisfação que informamos que, entre 2 e 5 de março, **uma nova edição do treinamento será realizada**, e inscritos do canal **terão acesso a um link exclusivo, que garante 500 vagas** e pode ser acessado em https://swiy.co/pythonfabricadenoobs ou pelo *QR Code* abaixo.

Figura 2: *QR Code*.

Em oposição aos cursos tradicionais, a *Jornada Python* da *Hashtag* é **um treinamento totalmente gratuito** com duração de quatro dias em que **projetos práticos** de automação de tarefas, análise de dados e criação de *chatbots* com inteligência artificial serão abordados. O treinamento também conta com **apostila para revisão, suporte de dúvidas e certificado de participação**.

A *Hashtag Treinamentos* é uma empresa com **mais de 120 mil alunos e índice de satisfação de 98%**, algo que foi, até mesmo, verificado pelas respostas de nossos inscritos quando apresentamos essa parceira pela primeira vez. Ainda que a *Hashtag* forneça excelentes cursos pagos para aprofundamento, a *Jornada Python* é **totalmente gratuita** e uma ótima forma de se dar o pontapé inicial no estudo da linguagem, bem como de conhecer o método de ensino da empresa.

Python é uma linguagem extremamente versátil e, ao mesmo tempo, **amigável para iniciantes**, razão pela qual este treinamento **não possui nenhum pré-requisito,** mas, mesmo assim, abordará o desenvolvimento de **projetos nada triviais e com aplicações no mundo real.**

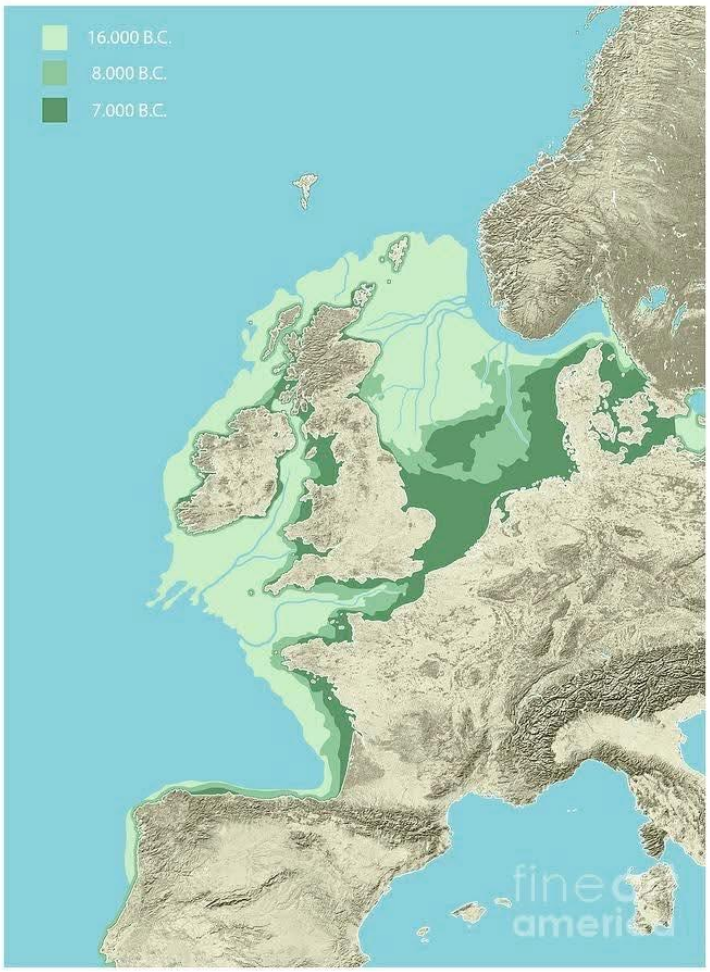
O aluno, ao desenvolver projetos complexos em sua área de interesse e adicioná-los em seu portfólio, **se destaca duplamente no mercado de trabalho**, afinal, não só domina uma das principais linguagens de programação, como também é capaz de aplica-la para solucionar problemas do mundo real.

Uma pequena demonstração do poder da linguagem *Python* **está presente neste vídeo**, em que utilizaremos um programa que **pode ser facilmente desenvolvido por iniciantes** para sustentar um de nossos argumentos.

4. QUAL CULTURA CONSTRUIU O STONEHENGE?

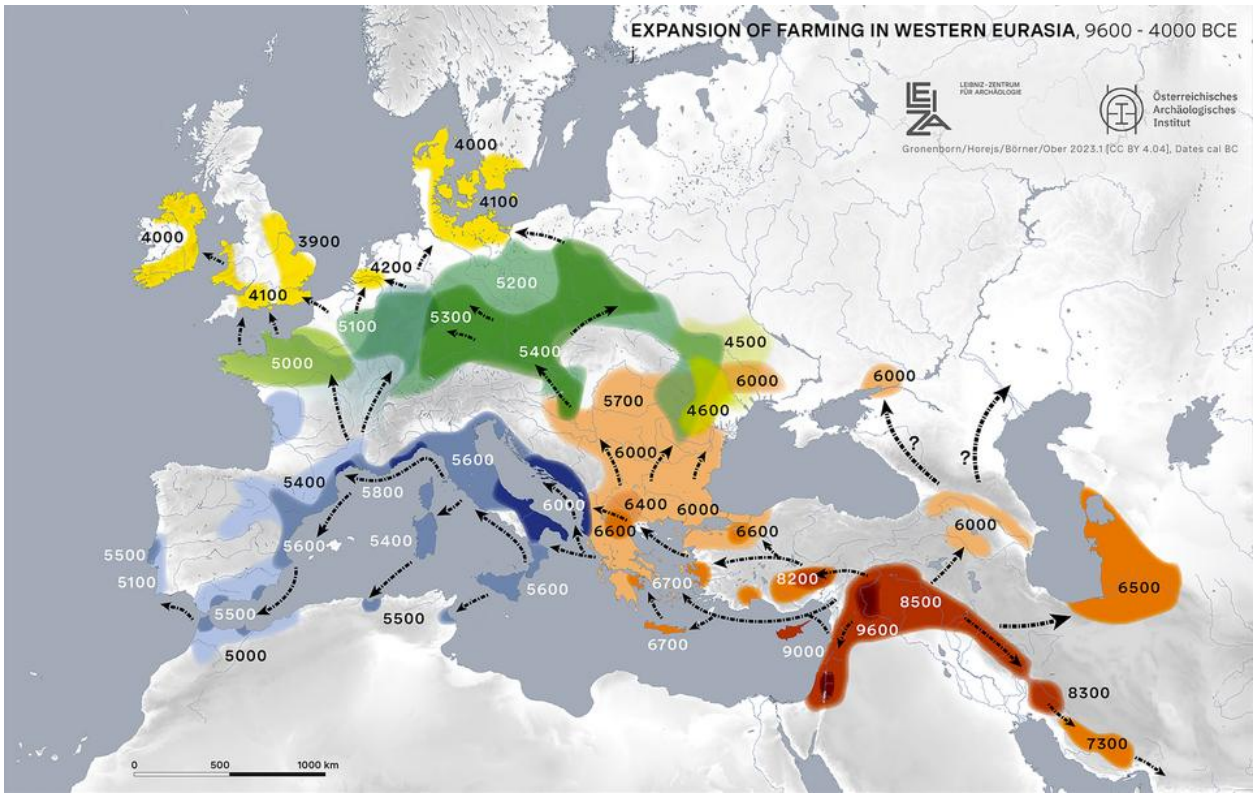
Até por volta de 7000 a.C., a Grã-Bretanha **era conectada com o resto da Europa** por uma massa de terra conhecida como Doggerland. Esse período é conhecido como mesolítico e, ao passo que sociedades em outros pontos da Europa já haviam desenvolvido a agricultura, os povos na Grã-Bretanha **eram coletores e caçadores**.

Figura 3? Doggerland.



Hoje sabemos que, em aproximadamente 4100 a.C., povos agricultores da Europa continental (que, por sua vez, eram descendentes dos povos dos Balcãs que migraram para o oeste pelo Mediterrâneo) **chegaram na Grã-Bretanha**.

Figura 4: expansão da agricultura na Europa.



Não sabemos de que forma isso ocorreu (que pode ter sido gradual, repentina, pacífica ou violenta), mas **a população local foi substituída** e **animais e plantas do continente foram levados de barco para a Grã-Bretanha**.

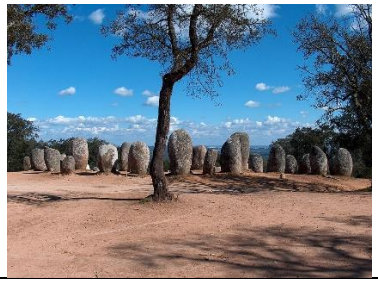
Nesse período, sabemos que florestas foram desmatadas **para liberação de área agrícola**, bem como **para alimentação animal no inverno**. Por volta de 3500 e 3300 a.C., **comunidades agrícolas se tornaram maiores** e se concentraram nas regiões férteis.

5. A QUAL TRADIÇÃO MEGALÍTICA O STONEHENGE FAZ PARTE??

A tradição megalítica da qual o Stonehenge faz parte **surgiu na Europa continental e foi trazida para a Grã-Bretanha**. Essas construções não pertencem a uma mesma cultura, mas sim a **comunidades neolíticas de agricultores que, ao longo de milênios, as incrementaram**.

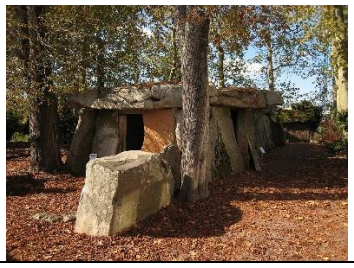
Em comum, essas construções possuem **arranjos de pedras granito** (em alguns casos, **cortado**) **sem polimento**. A maioria é associada com achados de **esqueletos contemporâneos à sua construção**, indicando que esses locais **eram usados como sepulturas em massa**, indicando a **prática de ritos funerários**.

Além disso, muitas respeitam **alinhamentos com momentos astronômicos importantes do ano, como solstícios e equinócios**. A tabela abaixo traz a localização dos principais sítios arqueológicos com construções megalíticas, bem como o período da construção mais antiga.

Nome	Local	Construção	Fotografia
Cromeleque dos Almendres	Portugal	6000 a.C.	
Pedras de Carnac	França	4800 a.C.	

Necrópole de Bougon	França	4800 a.C.	
Monumento de Locmariaquer	França	4700 a.C.	
Marco de Barnenez	França	4000 a.C.	
Complexo Megalítico de Barreira	Portugal	4000 a.C.	
La Torre-La Janera	Espanha	4000 a.C.	
Carrowmore	Irlanda	3700 a.C.	

Dolmen de Menga	Espanha	3700 a.C.	
Ġgantija	Malta	3600 a.C.	
Mnajdra	Malta	3600 a.C.	
Stony Warren	Inglaterra	3500 a.C.	
Dolmen de Vera	Espanha	3500 a.C.	
Ħaġar Qim	Malta	3200 a.C.	
Stonehenge	Inglaterra	3100 a.C.	

Medway	Inglaterra	3000 a.C.	
Dolmen de Bagneux	França	3000 a.C.	

Ainda que fazendo parte de povos e épocas diferentes, por possuírem propósitos, formas e métodos de construção semelhantes, essas construções megalíticas **podem ser analisadas em conjunto**. Antes, porém, é importante separá-las em categorias que descrevem o tipo de arranjo produzido.

Chamamos de menir uma pedra grande, erguida artificialmente, e **mantida nessa posição de forma solitária ou em conjunto de outras**.

Figura 5: menir.

Quando há um conjunto de pedras erguidas, **chamamos de cromeleque**. Esse conjunto pode ou não **respeitar um alinhamento particular**. A presença de terraplanagem nos permite classificar o local, também como um henge.

Figura 6: cromeleque.

Definimos como dolmen um monumento megalítico composto de **pedras na posição vertical que sustentam uma pedra na posição horizontal**.

Figura 7: dolmen.

Um túmulo de corredor é o nome dado para uma estrutura composta de **pedras grandes que formam acesso para uma área com sepulturas** coberta por terra ou pedras. Quando **não há um corredor**, chamamos a estrutura de galeria de túmulos.

Figura 8: túmulo de corredor.

Figura 9: galeria de túmulos.

Uma variação ainda maior desse tipo de sepultura **corresponde aos túneis alongados**.

Figura 10: túnel alongado.

Para cada tipo**, existem dezenas ou centenas de estruturas** distribuídas pela Europa insular e continental. Como o Stonehenge é a estrutura megalítica mais notável, com provável maior número de horas-homem envolvidas, o maior foco será dado para essa estrutura, ainda que os princípios nela utilizados sejam aplicáveis na maioria das demais. Sepulturas possuem algumas características ausentes no Stonehenge, mas, por compartilharem de muitas outras presentes, serão abordadas nesse vídeo.

As exceções importantes são tradições culturais regionais (e não de toda a Europa no neolítico), como nas ilhas de Malorca e Menorca na Espanha, e monumentos únicos como a Necrópole de Montessu na Itália.

Já o Gobekli Tepe e sítios adjacentes pertencem à uma cultura muito mais antiga, de 9600 a 8200 a.C., e já foram abordados em um vídeo anterior (https://www.youtube.com/watch?v=OVcj3hZOBwY).

6. QUAIS AS ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO STONEHENGE?

Antes mesmo da introdução da agricultura na Grã-Bretanha (e até no resto da Europa), **há evidências da presença de sociedades caçadores e coletoras na região**. Isso se dá na forma de três (possivelmente quatro) buracos **alinhados de leste à oeste**.

Sabemos que pessoas viviam nos vales ao redor do Stonehenge em grandes números por volta de 3700 a 3800 a.C. graças a descobertas arqueológicas de poços nos arredores **contendo ossos de múltiplos animais**, provavelmente **abatidos em um curto período**, e que produziriam um banquete **para centenas de pessoas**.

Por volta de 3500 a.C., pessoas construíram, na região, uma **estrutura retangular composta de duas trincheiras paralelas** que hoje é conhecida como Curso do Stonehenge. Acredita-se que a estrutura cumpria um papel ritualístico, provavelmente **auxiliando em procissões**.

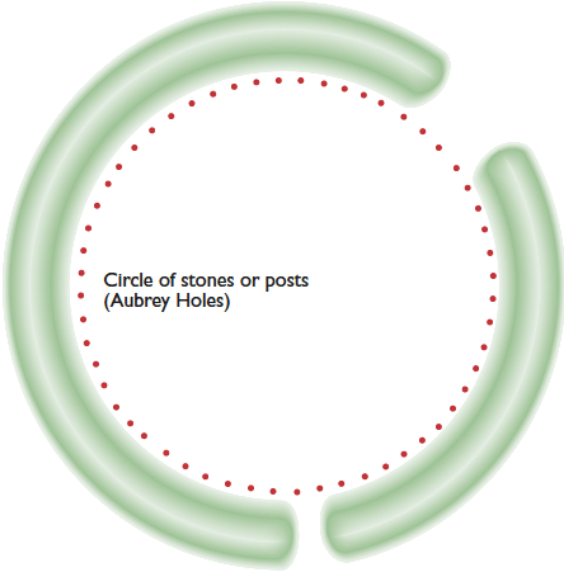
Figura 11: curso do Stonehenge.

Em um dos extremos do Curso do Stonehenge, uma tumba foi escavada e revelou **um único osso humano**. Esse fato reflete uma tendência observada a partir de 3500 a.C., em que surgem algumas sepulturas que, apesar de grandes, **guardavam os restos mortais de poucos indivíduos**, algo indicativo **do surgimento de estruturas sociais de poder**.

Por volta de 3200 a.C., henges (em sua maioria, já destruídos) **foram construídos na Irlanda e na Inglaterra** e traziam algumas características vistas no Stonehenge, tais como o uso de diferentes tipos de pedras e alinhamentos astronômicos. Além disso, muitos **passaram a conter apenas as cinzas dos mortos, e não esqueletos**.

O Stonehenge é um dos últimos monumentos do tipo na Inglaterra, e teve sua construção efetivamente iniciada em 3100 a.C. Nessa etapa, uma trincheira circular **foi cavada sobre a pedra de giz**, e múltiplos **buracos foram feitos no interior da trincheira**.

Figura 12: Stonehenge em 3100 a.C.



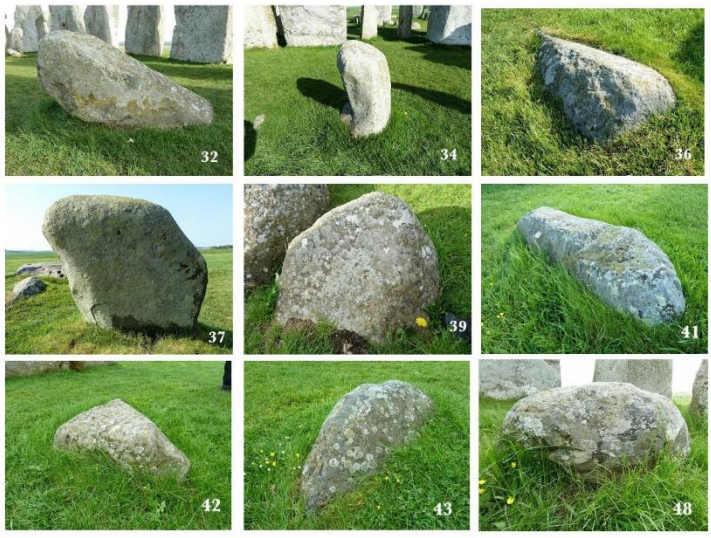
A função desses buracos é muito debatida. Outros sítios arqueológicos trazem os mesmos buracos e, nesses, **há vigas de madeira** (o que favorece essa interpretação, apesar de essas não aparecerem no Stonehenge). Esses buracos, porém, **contêm lascas de pedra e cinzas de momentos posteriores**.

Figura 13: um desses buracos.

A segunda etapa ocorre por volta de 2900 a.C. Aqui, novos buracos foram cavados e **usados para fixar postes de madeira foi montada**, provavelmente dando suporte **para uma estrutura de madeira maior**. Nessa etapa, os buracos anteriores **passaram a ser usados para fins funerários**, recebendo cinzas.

A substituição de madeira por pedra ocorreu na terceira etapa, por volta de 2600 a.C. Nessa etapa, rochas de tipos variados (em geral diabásio) chamadas de *bluestones* **foram transportadas até o local** e **dispostas em forma de ferradura**.

Figura 14: algumas das *bluestones* remanescentes.



Nessa etapa, **um monólito de arenito com 6 toneladas** chamado *altar stone* **foi colocado aproximadamente no centro**. A entrada ao nordeste foi ampliada, de forma que ela **coincidia com o solstício de verão e solstício de inverno**

Figura 15: *altar stone*.

É possível que, nessa mesma fase, a *heel stone* **tenha sido erguida na entrada ao nordeste**. Trata-se de um monólito de **35 toneladas de arenito**.

Figura 16: *heel stone*.

As grandes pedras eretas (chamadas de *sarsen stones*) e as pedras horizontais sobre as pedras eretas (chamadas de *lintel stones*) **foram erguidas e posicionadas até 2400 a.C**.

Figura 17: na frente vemos *bluestones*, e ao fundo vemos *lintel stones* apoiadas em *sarsen stones*.

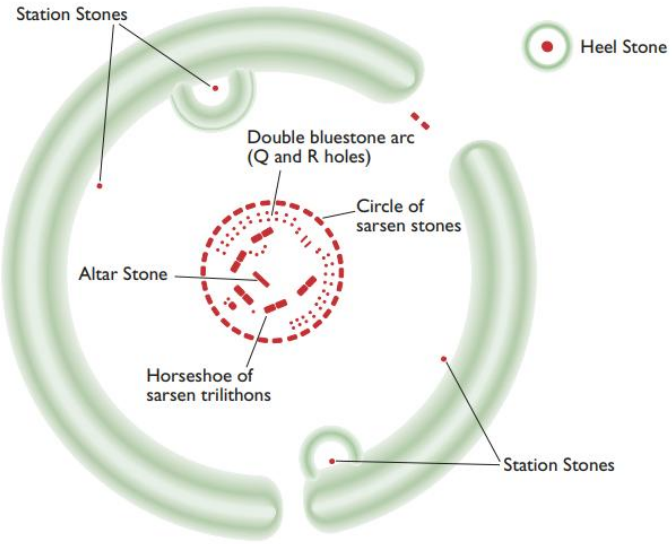
Sabemos que as *sarsen stones* **foram trabalhadas em formato retangular** e **ligeiramente trapezoidal** para compensar os efeitos da perspectiva quando essas pedras fossem erguidas. Sabemos também que as *lintel stones* foram trabalhadas **em formato retangular e ligeiramente côncavo** para manter a aparência circular.

As *sarsen stones* pesam cerca de **30 toneladas**, e as *lintel stones* pesam cerca de **8 toneladas**, sendo **todas de arenito**. Algumas caíram e, por isso, podemos verificar **a presença de juntas esculpidas para fixação no topo**.

Figura 18: juntas de fixação.

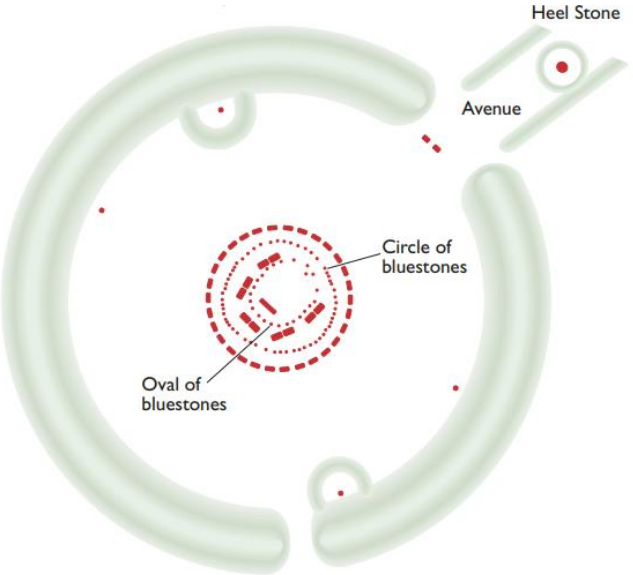
Nessa mesma época, um círculo de madeira foi construído

Figura 19: Stonehenge em 2500 a.C.



Na terceira etapa, é provável que um **rearranjo das *bluestones* tenha sido feito**. Isso resultou no mapa atual do Stonehenge, e perdurou até 2200 a.C.

Figura 20: Stonehenge em 2200 a.C.



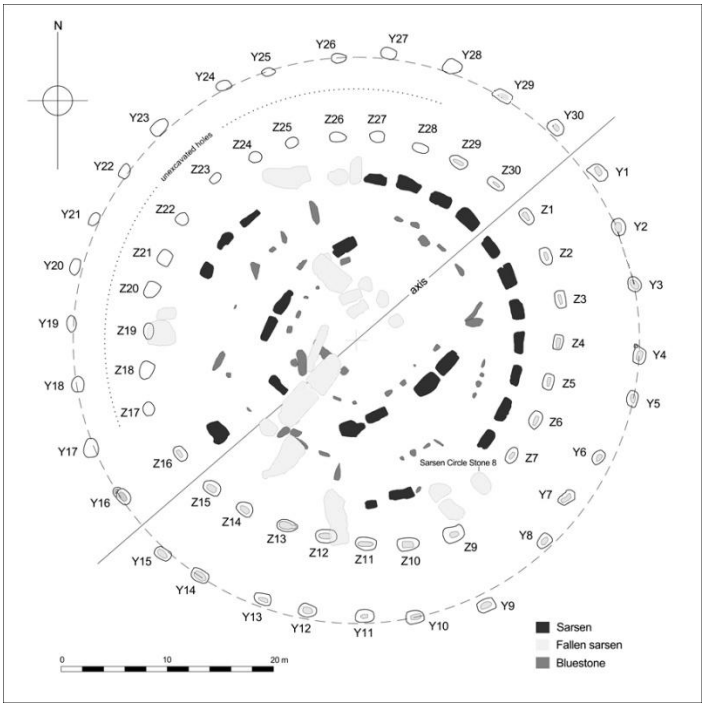
Por fim, a quarta etapa ocorre em 1600 a.C. Aqui**, dois novos círculos de buracos próximos às pedras foram cavados**, chamados de buracos *Z* (interiores) e buracos *Y*

(exteriores). No presente, não há uma explicação satisfatória para a função desses buracos, uma vez que eles **não contêm restos mortais**, **nem vestígios de madeira ou pedra**.

Além disso, estima-se que um entalhe em uma das *sarsens* (catalogada como 53) **seja dessa época** considerando as armas que ele parece retratar.

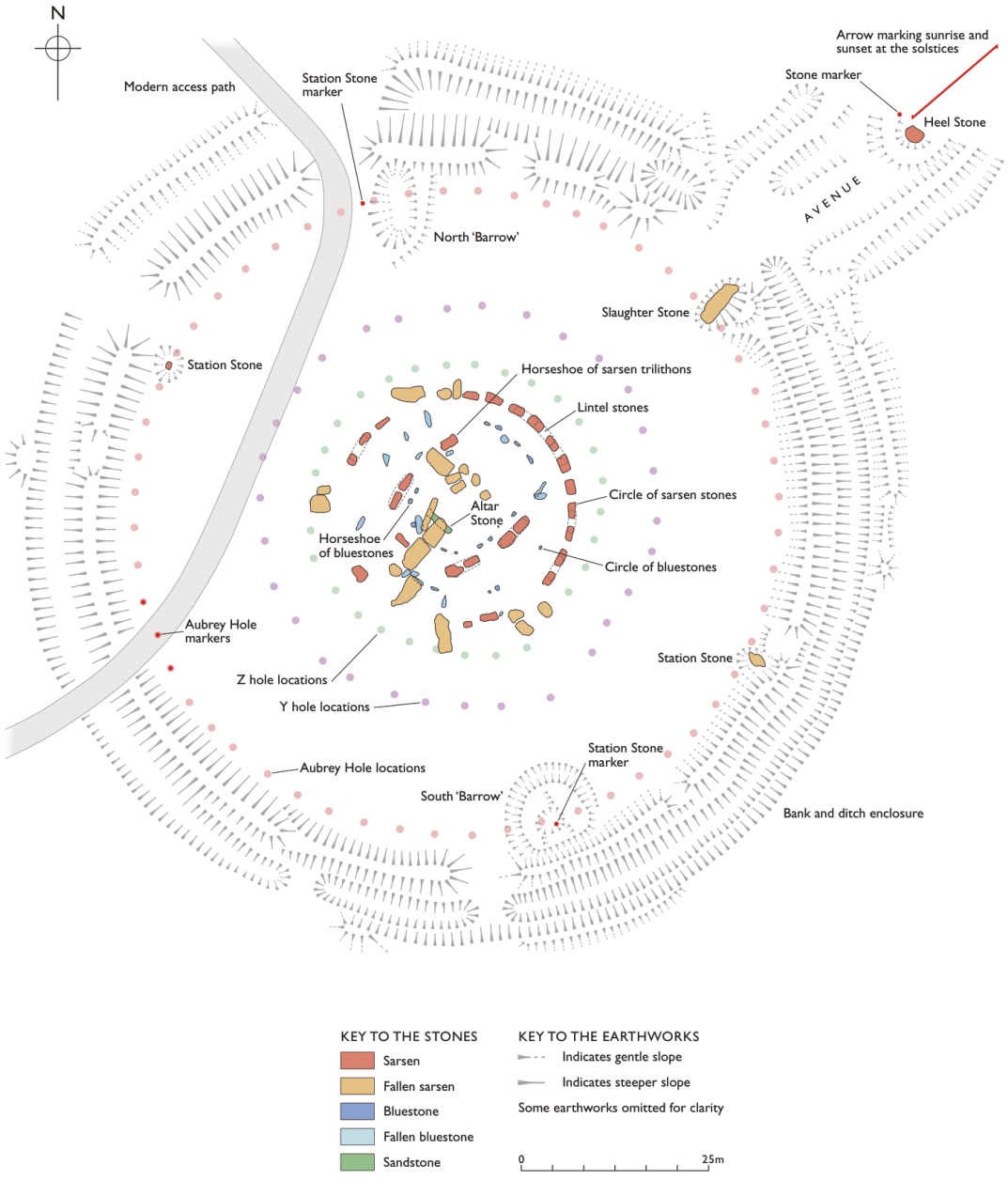
Figura 21: entalhe em questão.

Figura 22: Stonehenge em 1600 a.C.



Assim, podemos, finalmente, apresentar o mapa do Stonehenge tal qual ele é nos dias atuais.

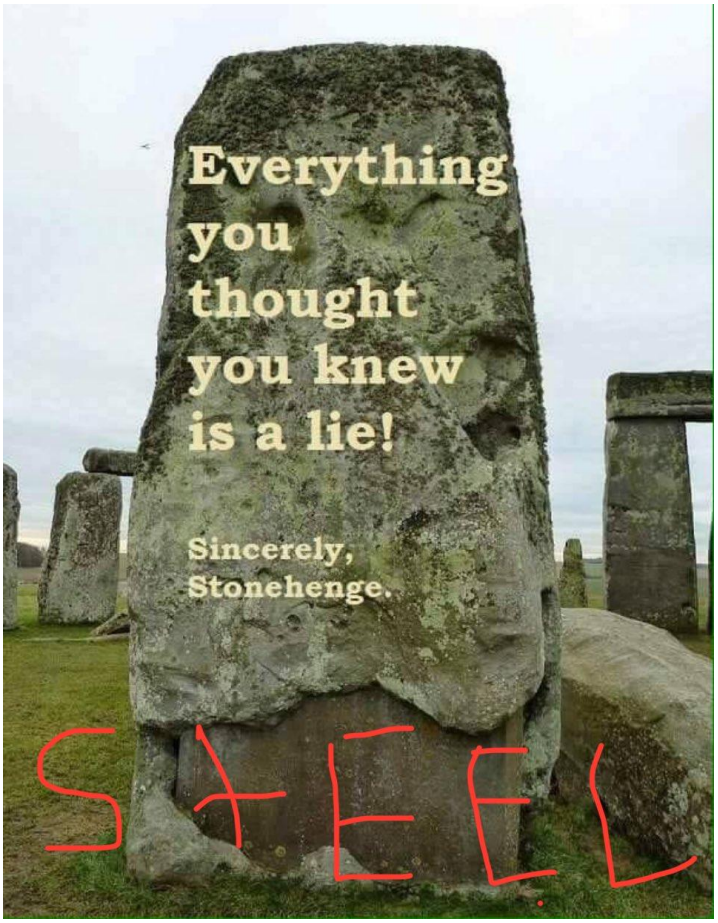
Figura 23: Stonehenge no presente.



7. O STONEHENGE É UMA CONSTRUÇÃO MODERNA?

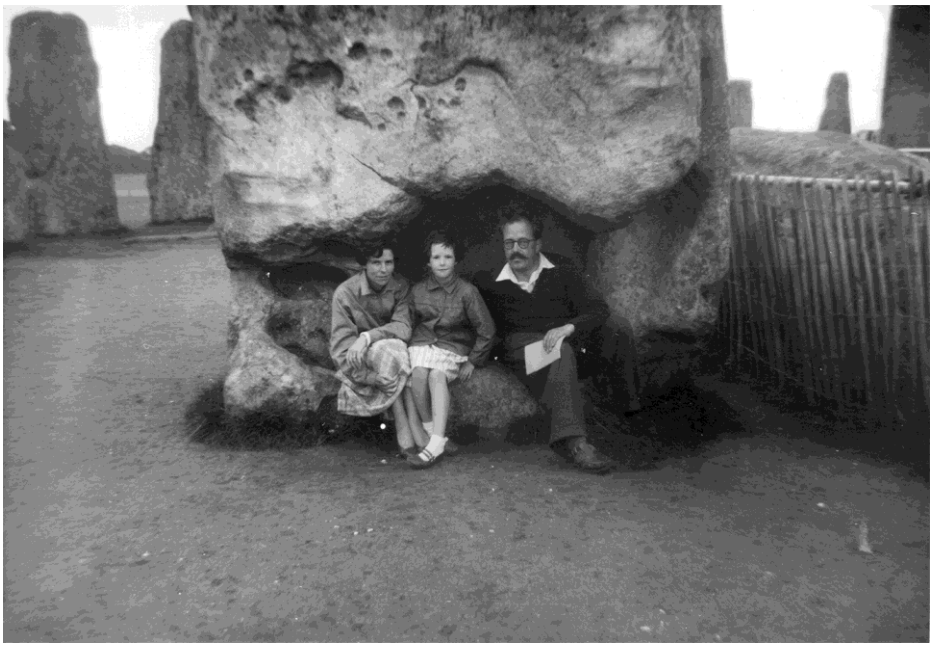
Ainda que pouco levado a sério, um argumento defende que o Stonehenge é uma construção moderna e, portanto, faz parte de uma fabricação. Uma dessas evidências é uma fotografia (https://x.com/WildOne_KY/status/1880023143739527304) que mostraria aço dentro de uma das pedras, algo que só seria descoberto milênios depois de sua alegada construção.

Figura 24: inserção de aço em uma das pedras.



Essa pedra é a de número 60, e **a imagem é genuína**. Porém, ela mostra **um reparo realizado em 1959 para preencher um buraco na base**, e imagens anteriores a esse ano mostram a sua aparência antes da manutenção. Essa intervenção foi necessária para **impedir um eventual colapso da pedra**.

Figura 25: pedra antes do reparo.



Na realidade, o Stonehenge **foi restaurado múltiplas vezes nos séculos XX e XXI**: em 1901, em 1920, em 1958, em 1964 e 2021. Nesses esforços, **rochas foram erguidas e reafixadas** com o auxílio de guindastes.

Figura 26: esforço de restauração.

Graças a ilustrações antigas e referências no folclore arturiano, sabemos que **o Stonehenge era relativamente conservado**, sendo que um dos arcos **caiu em 1797 durante uma tempestade**.

Figura 27: Stonehenge em ilustração de 1575.

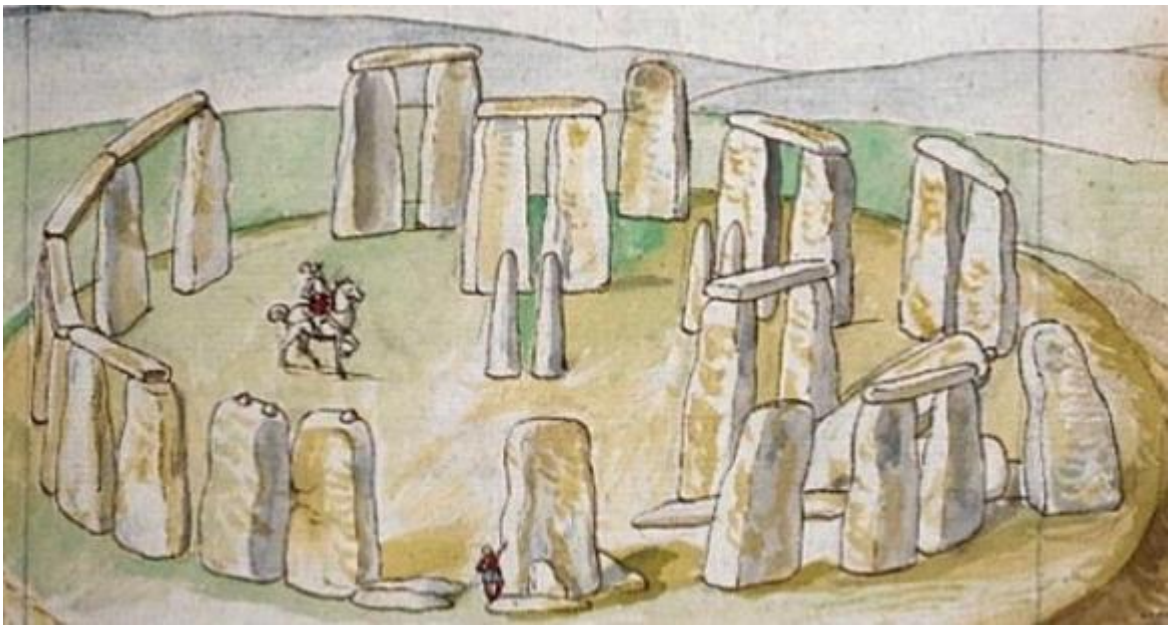


Figura 28: Stonehenge em meados de 1890.

8. COMO AS TRINCHEIRAS FORAM ESCAVADAS?

A partir de agora, analisaremos como cada aspecto do Stonehenge foi construído na época, bem como a partir de quais evidências esses métodos podem ser inferidos. O primeiro deles, apesar de aparentemente trivial, **são os diversos buracos escavados na primeira etapa**.

No local em que o Stonehenge foi construído, o solo possui uma camada de **pouco mais de um metro de terra**, seguida por rocha-mãe. Nesse local, **a rocha mãe é giz**, **composta por carbonato de cálcio**.

O giz **é um dos minerais mais frágeis** (com dureza 1 ou 2 na escala de Mohs), e que pode ser destruído **até mesmo com unhas humanas.** Não surpreendentemente, os povos neolíticos que escavaram a região realizaram a tarefa **com picaretas de chifres de veado** (cuja dureza na mesma escala é 5) que são encontradas na casa das centenas ao redor do local e datadas para essa época.

Figura 29: picareta de chifre de veado.

9. DE ONDE AS PEDRAS VIERAM?

No Stonehenge, alguns tipos distintos de pedras compõem o monumento. As *sarsens* e *lintels* **são compostas de arenito silicificado**, uma rocha sedimentar que passou por um processo em que fluídos ricos em sílica preencheram seus poros, tornando-as mais resistentes. Para essas pedras, a escala de Mohs é 6.

Um artigo de 2021 (https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.02547600) analisou marcadores químicos presentes em fragmentos das rochas (obtidos nas restaurações) e determinou que **elas vieram de West Woods, uma região situada a cerca de 25 quilômetros do Stonehenge**.

Essas pedras não foram extraídas da rocha mãe (tal qual os egípcios fizeram), mas sim **localizadas no solo já deslocadas**, para então serem transportadas e trabalhadas, não necessariamente nessa ordem.

Figura 30: rochas em West Woods.

A *altar stone* **é feita de arenito micáceo** (com valor de 3 na escala de Mohs), caracterizada por acúmulos de mica, que se apresenta na forma de flocos reluzentes na luz solar. Sendo a única deste tipo no Stonehenge, um estudo de 2024 (https://www.nature.com/articles/d41586-024-02589-x) verificou que sua origem é compatível com **uma formação no nordeste da Escócia**, mais de **700 quilômetros de distância do Stonehenge**.

As *bluestones*, por outro lado, são um conjunto variado de rochas dos quais podemos citar dois tipos principais. Algumas **são de dolerito manchado** (com valor de 6 na escala de Mohs), e vieram de Carn Goedog, no País de Gales, **situado a 290 quilômetros do Stonehenge** (https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305440313003956).

Figura 31: Carn Goedog.

Já outras **são de riolito** (com valor de 6 na escala de Mohs), e vieram principalmente de Craig Rhos-y-felin, situado **há 225 quilômetros do Stonehenge.** As *bluestones* foram certamente removidas da rocha-mãe, um processo discutido na próxima seção.

Figura 32: Craig Rhos-y-Felin.

10. COMO AS *BLUESTONES* FORAM EXTRAÍDAS?

Ao passo que as *sarsen* e *lintels* foram simplesmente recolhidas do solo e ainda não sabemos exatamente se a *altar stone* teve a mesma origem, sabemos que as *bluestones* (que compunham inicialmente o Stonehenge) **foram extraídas**.

Em ambos os locais identificados na seção anterior, as pedras **existem naturalmente na forma de pilares**, o que significa que o trabalho se resumia a desafixar os pilares da rocha existente. Os trabalhadores neolíticos procuravam por colunas já fraturadas, e então **utilizavam martelos de pedra mais dura para expandir as fraturas** – diabásio, com escala de Mohs 7, **era um bom candidato**.

Figura 33: martelos de pedra, previamente afixados a um cabo de madeira.

Quando a fratura era grande o bastante, **uma cunha de madeira era introduzida e, então, molhada**. A cunha absorvia água, o que **causava sua expansão**, e aumentava a fratura. O processo, então, era repetido até que **a fratura rompesse completamente**, e a pedra estivesse solta de sua base.

11. COMO AS PEDRAS ERAM TRABALHADAS?

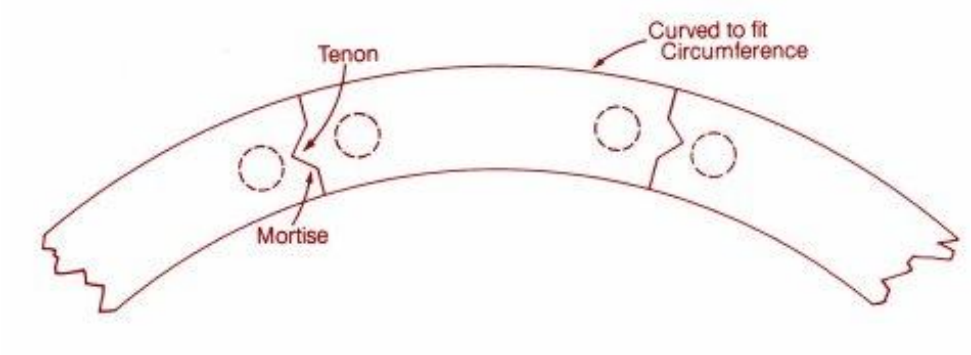
As *bluestones* foram trabalhadas no próprio local de extração, algo que é evidenciado **pela presença de lascas** ao redor das fraturas de onde elas foram removidas. Para as *bluestones*, o trabalho se resumia a remover pontas irregulares, algo **feito com o uso de martelos de pedra arredondados**.

Já as *sarsens* e *lintels* **também passaram por esse tipo de desbaste**, e diversos martelos de pedra **foram achados ao redor do monumento**, indicando que, nessa fase, as pedras geralmente foram trabalhadas após o transporte.

Porém, após essa etapa, essas pedras **eram planificadas**. Isso era feito **utilizando os mesmos instrumentos**, de forma a manter a superfície o mais plana possível. As laterais das *sarsens* eram desbastadas **em uma orientação ligeiramente diagonal** de forma a criar a ilusão de uma pedra reta, e as laterais das *lintels* eram desbastadas **de forma côncava**, para criar uma curvatura interna, **bem como desbastadas para que o círculo superior possuísse uma altura constante**.

Em seguida, o topo das *sarsens* **era desbastado utilizando martelos de pedra**, de forma a deixar apenas uma protuberância. Já nas *lintels*, o processo era o oposto: impactos ocorriam em um mesmo local até que material suficiente fosse desbastado **para formar uma concavidade**.

Figura 34: acabamento no topo.



O processo **não envolveu nenhum tipo de metal**, e as rochas **não são conhecidas por apresentarem polimento ou cortes extremamente precisos**. É extremamente provável que as juntas são adaptações de uma tecnologia **desenvolvida inicialmente para monumentos de madeira**, que dominavam antes do advento da rocha no Neolítico.

12. COMO AS PEDRAS ERAM TRANSPORTADAS?

As *bluestones* pesam **cerca de 2 toneladas** (viajando cerca de 250 quilômetros até o Stonehenge), a *altar stone* pesa **cerca de 6 toneladas** (viajando cerca de 700 quilômetros), e as *sarsens* e *lintels* pesam, respectivamente, **cerca de 25 e 8 toneladas** (viajando cerca de 25 quilômetros até o Stonehenge).

Para as pedras mais pesadas, o transporte **envolveu o uso de trenós de madeira** compostos por arranjos de vigas. Estima-se que, para as maiores pedras, **um contingente de 150 a 200 pessoas teria sido necessário**.

Figura 35: trenós de madeira.

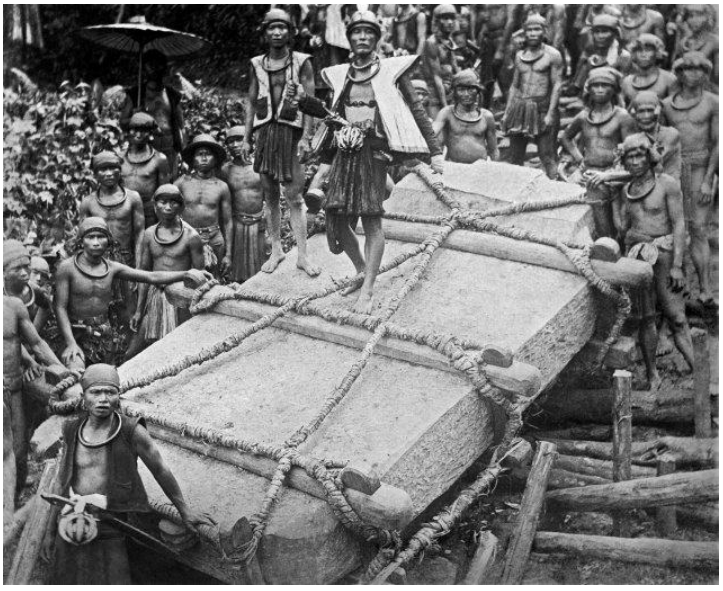
De fato, a aproximadamente 3 quilômetros do Stonehenge, restos de um acampamento com centenas de casas e indícios de banquetes coletivos foi datado de 2500 a.C., e **é um possível assentamento dos construtores da fase mais ambiciosa do monumento**.

Figura 36: reconstrução moderna do assentamento.

As pedras mais leves **requerem um contingente menor para transporte com trenó**, mas também **poderiam ser levadas até a costa ou rios**, onde **seriam carregadas em barcos para o transporte**. Hipóteses de transporte glacial **são descredibilizadas no presente**.

Ao passo que esse feito parece irreal sem o uso de equipamentos modernos, exemplos recentes mostram o oposto. Evidências fotográficas mostram uma tradição em Sumba, na Indonésia, que se manteve até os anos 50 e envolvia o transporte de rochas com várias toneladas **usando apenas trenós madeira, cordas e um grande contingente**.

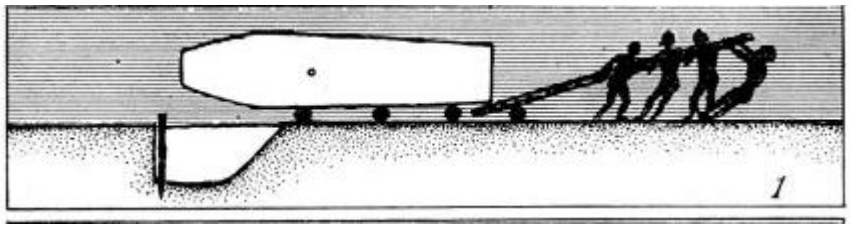
Figura 37: transporte de pedras moderno.



13. COMO AS PEDRAS ERAM POSICIONADAS ERETAS?

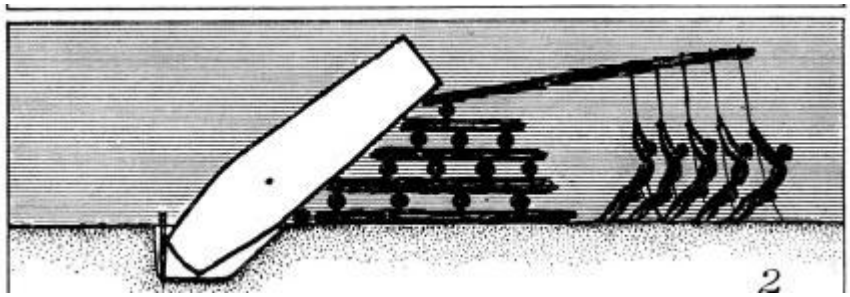
Após o transporte das *sarsens*, era necessário posicioná-las em uma postura ereta. Para isso, a primeira etapa requer **a escavação de um buraco reto em um lado, mas inclinado em outro**, e o transporte da pedra usando trenós até o local.

Figura 38: primeira etapa.



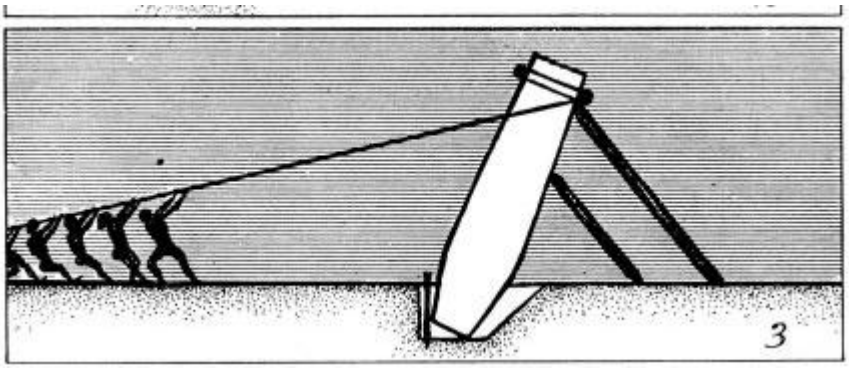
Uma tora de madeira é capaz de funcionar como uma alavanca, mas é insuficiente para inclinar uma rocha com esse peso em mais do que alguns graus. Porém, pode-se inclinar **apenas o suficiente para que novos apoios de madeira, pedra e terra sejam inseridos abaixo da rocha** e, em seguida, utilizar a tora de madeira para **repetir o processo em mais alguns graus**. Aos poucos, **a inclinação aumenta consideravelmente**.

Figura 39: segunda etapa.



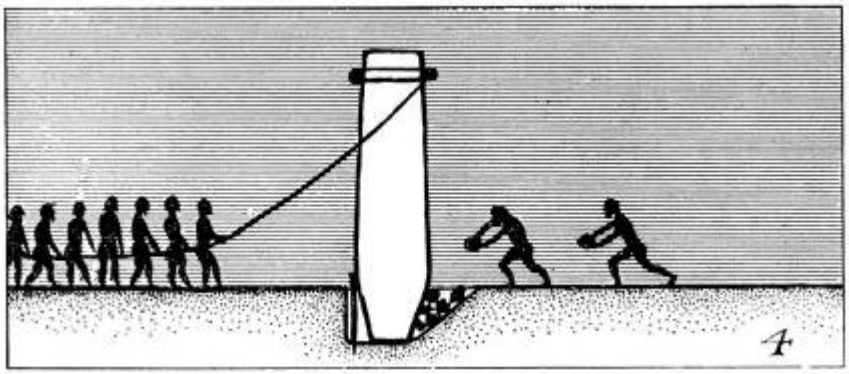
Nesse ponto, bastam mais alguns graus para que a gravidade se encarregue do resto do trabalho. Então, um apoio de madeira é construído para a pedra, e pessoas, agora puxando na horizontal com o auxílio de cordas, **fazem com que ela se encaixe no buraco**. Como a pedra está quase na vertical, **a tensão nas cordas é consideravelmente reduzida**, já que **a maior parte do peso é transmitido ao solo**.

Figura 40: terceira etapa.



Por fim, o espaço inclinado dentro do buraco (bem como qualquer outro espaço vazio) **é preenchido com pedra e outros detritos**, de forma que **o monólito agora permanece ereto**.

Figura 41: quarta etapa.



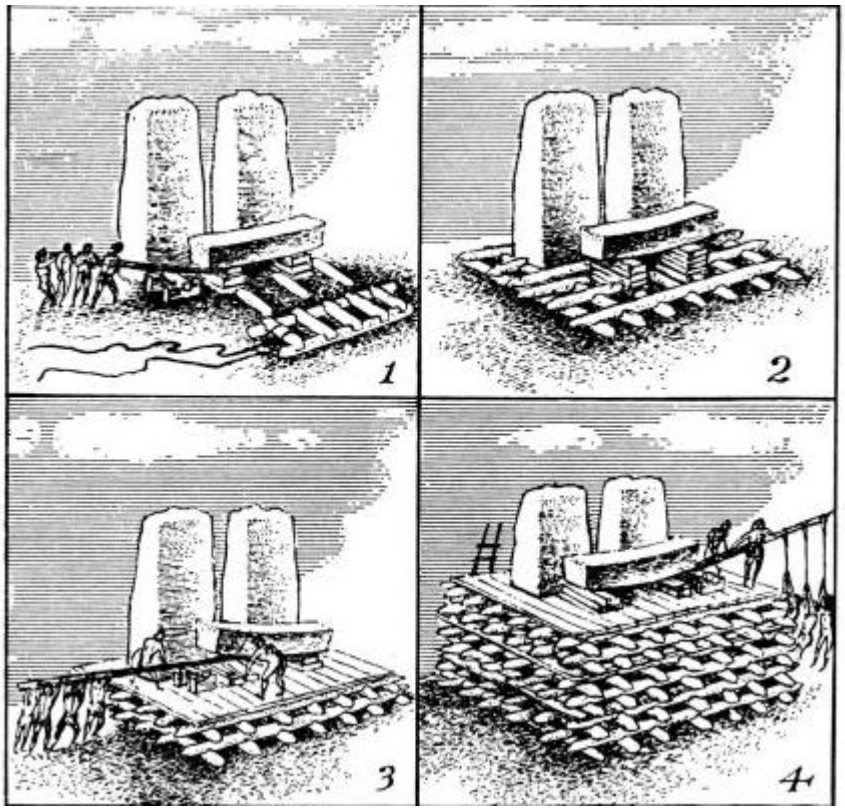
14. COMO AS PEDRAS ERAM POSICIONADAS NO TOPO?

O processo de posicionamento de uma *lintel* envolvia, primeiro, erguer duas *sarsens* através do método descrito na seção anterior. Em seguida, era preciso erguer a lintel verticalmente até o topo de ambas as *sarsens*.

Isso era feito de forma gradual: primeiro, uma tora **era usada como alavanca para erguer um dos lados da rocha**, e **um apoio de madeira era inserido abaixo**. O mesmo **era feito do outro lado**, de maneira que a rocha, agora, estava totalmente acima do solo em poucos centímetros.

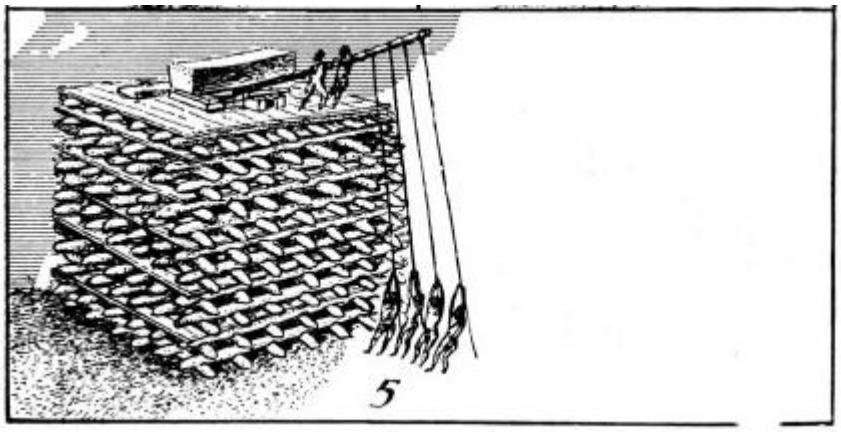
Então, **uma plataforma de madeira era construída** sob a rocha, ao redor de ambas as *sarsens* e em um espaço considerável ao redor deles. A rocha **era novamente erguida em mais alguns centímetros**, e **outro nível da plataforma era construído**.

Figura 42: construção da plataforma.



Quando a plataforma atingisse o nível final, **apenas as protuberâncias no topo das juntas estariam expostas**. Então, **uma tora era usada como alavanca** para **erguer a rocha em mais alguns centímetros de um lado**, e então ela **era movida, em um movimento de rotação**, até a protuberância. Por fim, o mesmo era feito no outro lado, e **a plataforma poderia ser removida**.

Figura 43: última etapa.



É de se questionar se a plataforma não colapsaria. Apesar do peso de uma *lintel* (de 8 toneladas), o que causa tensão na madeira da plataforma **é a pressão**, medida em força por unidade de área. Para uma *lintel* com dimensões de 1 metro por 3,5 metros, teremos:

$$P = \frac{m \times g}{A} = \frac{8000 \times 9{,}8}{3{,}5} = 22.400 \text{ Pa}$$

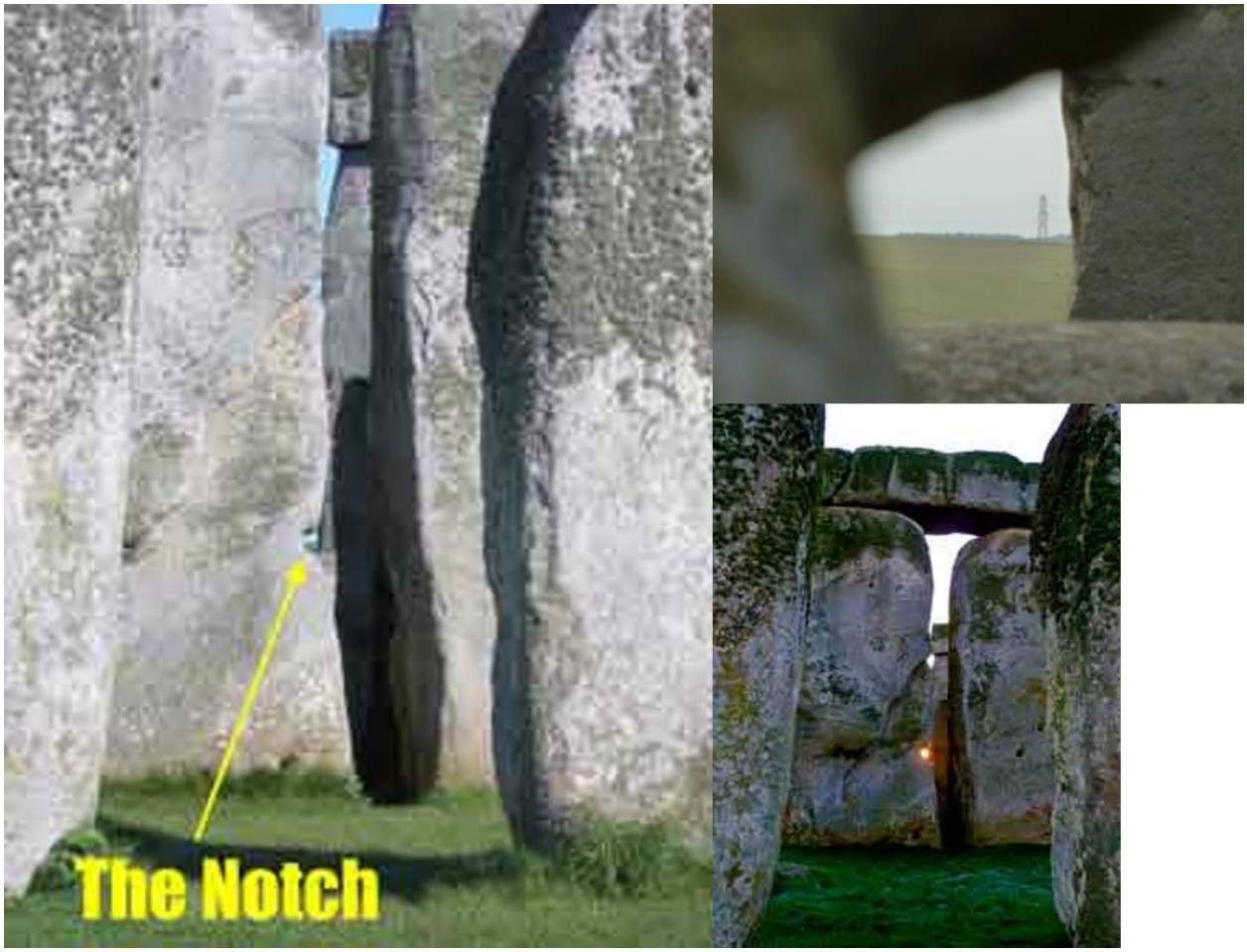
Uma carga de $22{,}4$ kPa é desafiadora para uma situação na qual a principal tendência seja de deformação, mas esse **não era o caso do Stonehenge porque a plataforma era feita de toras empilhadas**. Como a principal tendência **era de compressão**, essa pressão **é cerca de 100 vezes menor** que o limite de compressão perpendicular ao grão da madeira, que é de 2,85 MPa.

Além disso, a altura da plataforma traria, como efeito secundário, **maior facilidade para a alavanca**: quando a plataforma fosse mais alta do que a altura de uma pessoa, a alavanca **funcionaria com o próprio peso corporal**, já que **pessoas poderiam se pendurar nela.**

15. COMO ALINHAMENTOS ASTRONÔMICOS ERAM CALCULADOS?

No Stonehenge, era possível observar, através de um furo na rocha, o exato ponto em que o Sol **nascia no solstício de verão** (o dia mais longo do ano) e **se punha no solstício de inverno** (o dia mais curto do ano). Hoje, essa observação é dificultada graças à pedras caídas, árvores e a precessão dos equinócios.

Figura 44: furo em questão.



Além disso, o Stonehenge possui pedras chamadas *station stones* que não fazem parte do círculo principal, mas estão **alinhadas com os pontos mais ao sul e mais ao norte que a Lua pode nascer**.

Figura 45: *station stones*.

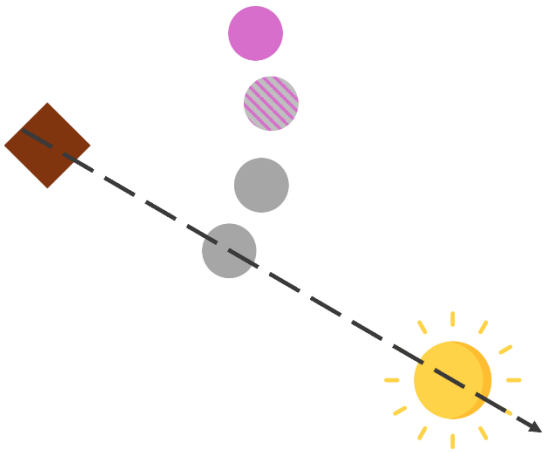
Naturalmente, questiona-se como que isso poderia ter sido determinado com tecnologias e conhecimentos do período neolítico. Os povos da época, certamente, tinham conhecimento da periodicidade das estações do ano (afinal, dependiam delas para plantar e colher), bem como observavam os pontos de nascer e pôr do Sol.

Isso, porém, é fácil de se descobrir. Dois astrônomos neolíticos poderiam determinar esse ponto indo ao local do monumento e **fixando um bastão no chão**. Todos os dias, ambos esperam o Sol nascer e, então, uma pessoa se posiciona atrás do bastão e **forma uma linha de visão entre o olho, o bastão e o Sol**.

Então, ela orienta seu assistente a se posicionar em um ponto no qual consiga cobrir o Sol e, em seguida, **deixar uma pedra ali**. Ao **repetir esse procedimento dia após dia**, essas pedras serão postas cada vez mais ao norte da anterior até que, em certo momento, a pedra **será posta ao sul**.

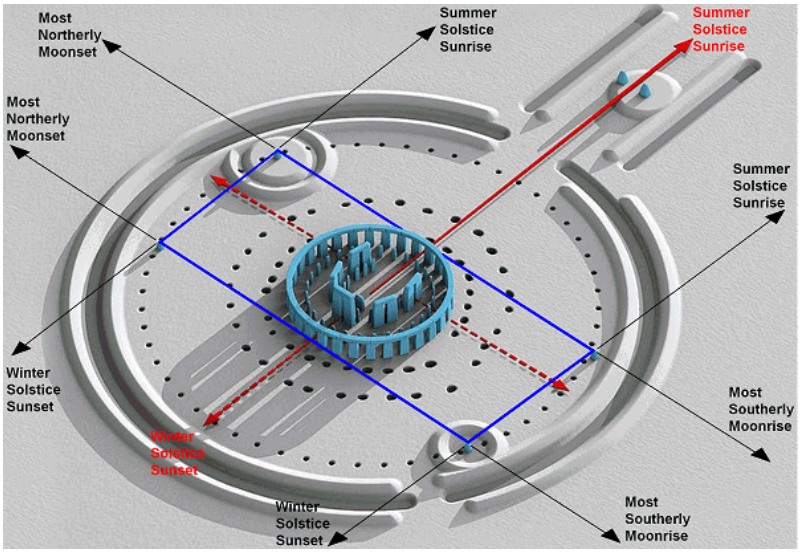
Quando isso ocorrer, os astrônomos sabem que **a pedra do dia anterior foi posta em um solstício de verão** e que a linha entre o poste e essa pedra **é a linha que o monumento deve preservar** para possuir esse alinhamento, que **é exatamente o mesmo** (mas em direção oposta) no pôr do sol do solstício de inverno.

Figura 46: processo de determinação. Quando a próxima pedra (cinza com listras rosas) for colocada ao sul, a pedra anterior (rosa) é a direção correta.



Ao passo que o processo para as *station stones* é o mesmo, **esses pontos são atingidos apenas a cada 18,6 anos**. Isso significa que, em um longo período (envolvendo múltiplas gerações), pessoas **marcaram o ponto de nascimento da Lua cheia** a cada mês, até que esse ponto começou a se desviar para a direção oposta, determinando o local de posicionamento da pedra.

Figura 47: uso do Stonehenge como um relógio astronômico.



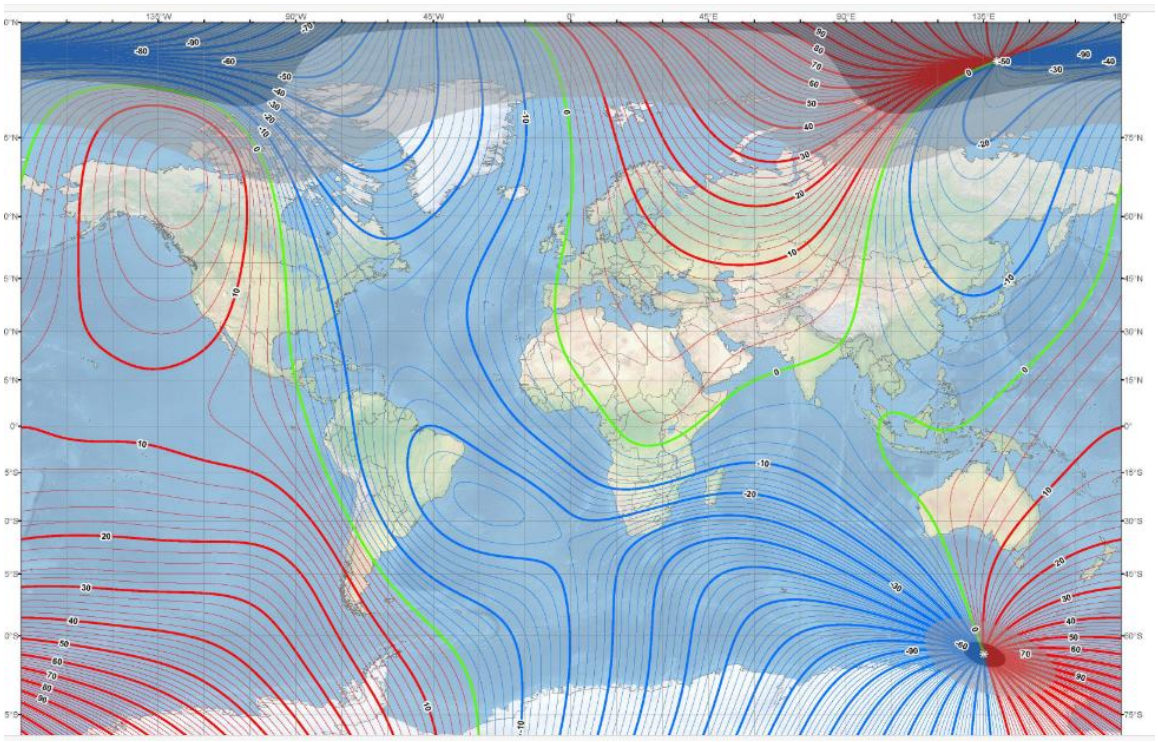
16. O STONEHENGE SITUA-SE EM UMA ANOMALIA MAGNÉTICA OU GRAVITACIONAL?

Diversos círculos místicos sustentam que o Stonehenge se situa em uma região de anomalias magnéticas ou gravitacionais, que produz fenômenos anômalos e, por isso, foi marcado por povos antigos como um local de relevância.

O campo gravitacional terrestre é produzido pela distribuição de massa do planeta, a qual não é uniforme, e sequer corresponde a uma esfera perfeita. Como visto em https://portal.gplates.org/cesium/?view=VGG-R, **não há grande anomalia sobre o Reino Unido**.

Já o campo magnético do planeta é produzido pela convecção do núcleo terrestre, feito de metais derretidos, e que também não é uniforme. Porém, como visto em https://geomag.org/models/WDMAM/WDMAM_NGDC_V1.1.pdf, **não há uma anomalia magnética sobre o Reino Unido**.

Figura 48: intensidade de campo magnético.

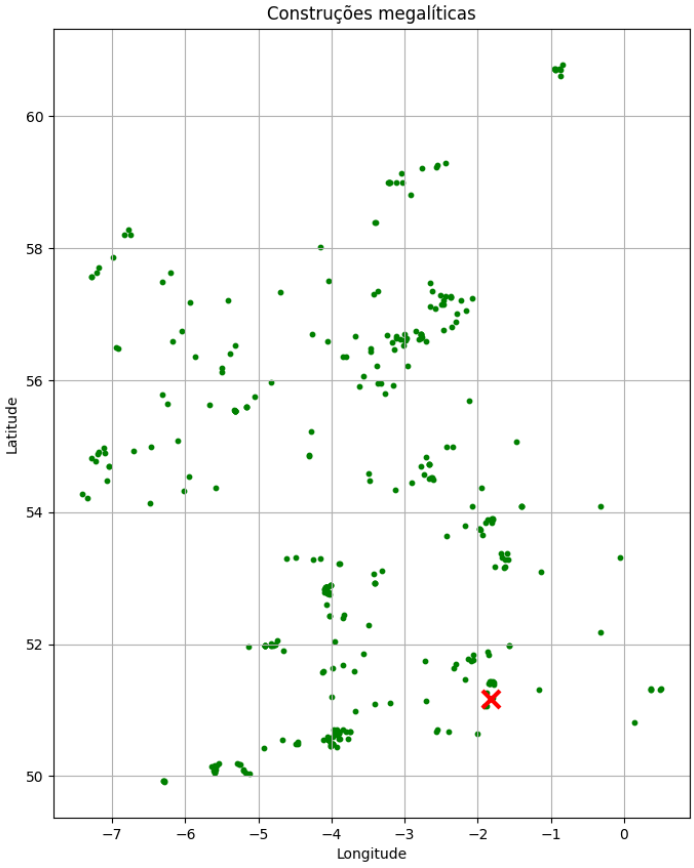


17. O STONEHENGE SITUA-SE EM UM ALINHAMENTO DE MONUMENTOS?

Outros círculos místicos afirmam que o Stonehenge está misteriosamente alinhado com outros monumentos, o que, em interpretações mais realistas, seria apenas um vestígio de caminhos antigos e, em outras, era indício do aproveitamento de uma rede energética misteriosa para fins de comunicação.

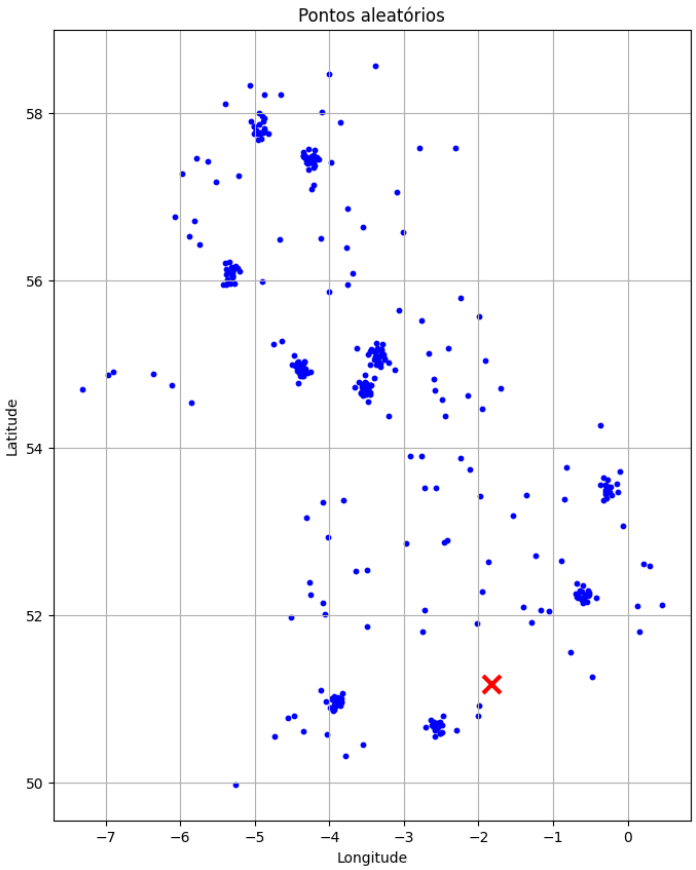
De fato, traçando uma linha entre o Stonehenge e qualquer outro monumento megalítico no Reino Unido, encontraremos **uma porção de monumentos que estão próximos dessa linha em poucos quilômetros**.

Figura 49: traçando uma linha entre o Stonehenge (em vermelho) e construções megalíticas (em verde), outras construções megalíticas estarão presentes.



Mas será que isso é proposital? Para descobrirmos, usaremos um programa em *Python* (https://colab.research.google.com/drive/1TNotiD0NihY8w1Ismx6ZuUQVGPQhUVYb?usp=sharing) para distribuir pontos aleatórios em mesma quantidade sobre a porção de terra firme do Reino Unido, simulando uma densidade em alguns agrupamentos também aleatórios.

Figura 50: traçando uma linha entre o Stonehenge (em vermelho) e pontos aleatórios (em azul), obteremos alinhamentos?

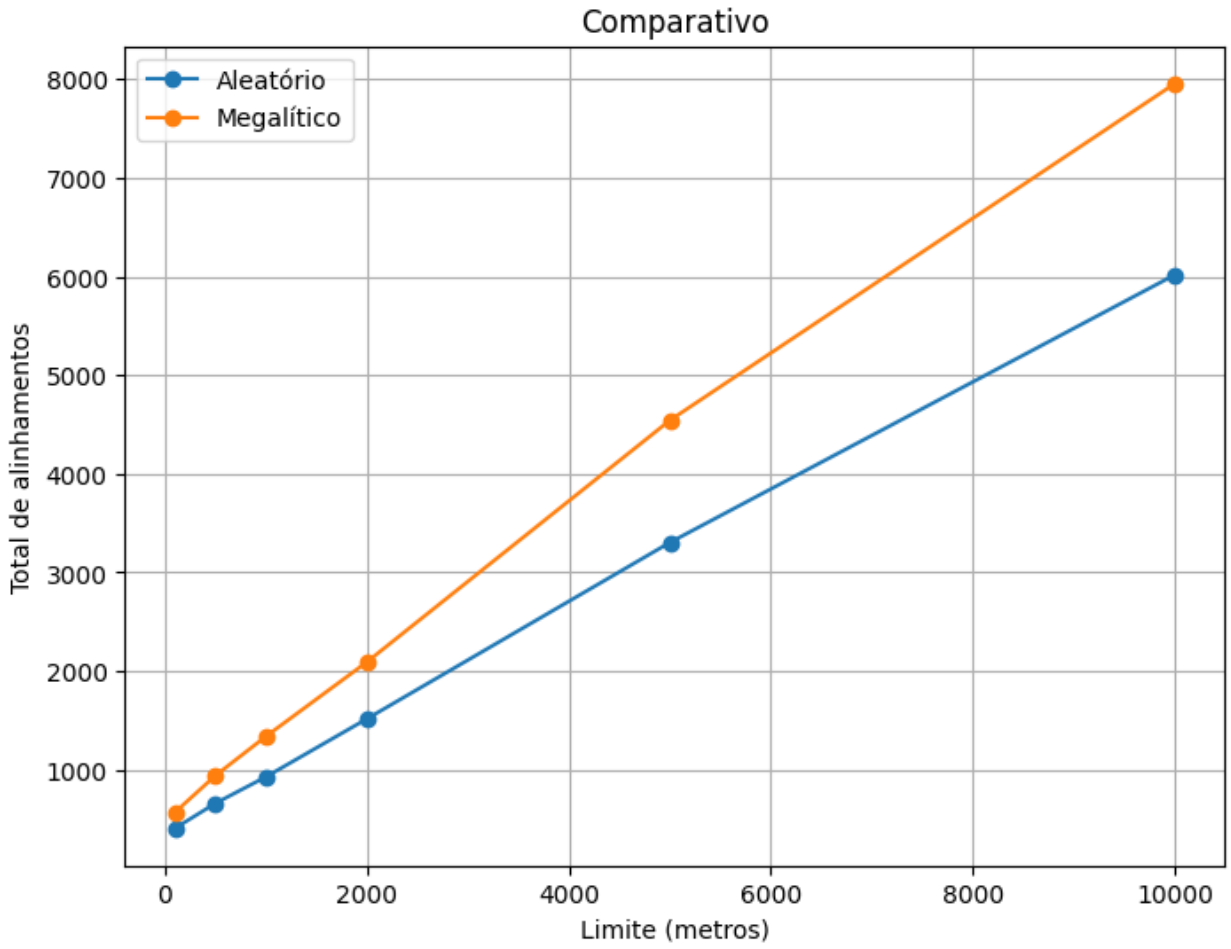


Como alinhamentos perfeitos não ocorrem (já que é virtualmente impossível um ponto estar exatamente sobre uma linha), consideraremos alinhamentos distâncias máximas da linha de 100 metros, 500 metros, 1 quilômetro, 2 quilômetros, 5 quilômetros e 10 quilômetros.

O gráfico abaixo mostra quantos alinhamentos podem se formados com todas as linhas possíveis em ambos os conjuntos, para cada um desses limites. Verificamos que **os alinhamentos são ligeiramente mais presentes em construções megalíticas**, mas que esse valor **é muito mais próximo com um baixo limite**, e **mais distante conforme o limite aumenta**.

Uma explicação para isso é que, ao passo que monumentos **não eram alinhados propositalmente em escala regional**, núcleos populacionais **provavelmente conservavam alinhamentos** em decorrência dos fatores que levavam esses povos a se estabelecerem, como proximidades de rios, terras férteis e plenitude de animais.

Figura 51: comparativo.



18. CONCLUSÕES

Assim, podemos concluir que o Stonehenge, apesar de construído em muitas etapas ao longo do período neolítico, **servia como um local de encontro para multidões** onde **celebrações eram realizadas**.

Dada a importância que as estações do ano e ciclos lunares possuíam para esses povos, **é compreensível a razão pela qual aspectos do Stonehenge são alinhados com os solstícios de inverno e verão e com ciclos lunares longos**. Mais do que permitir que momentos importantes do ano fossem percebidos, a interação do Sol com esses alinhamentos **provavelmente proporcionava o ápice de certas festividades**.

O Stonehenge é, assim, parte de mais uma tradição megalítica cujas técnicas **são não só conhecidas, como sustentadas por evidências materiais**. Sabemos, então, que povos neolíticos **eram perfeitamente capazes** de extrair, transportar e erguer rochas de várias toneladas usando apenas **as ferramentas ao seu dispor**.

A hipótese alternativa que defende o Stonehenge como uma construção moderna é um mero produto da interpretação de imagens fora do contexto, uma vez que esses elementos modernos **foram parte da restauração do monumento**.

Outras hipóteses sustentam que os povos neolíticos tiveram ajuda de alienígenas ou de magia na construção, mas isso **é descartado em função da existência de métodos mundanos e de evidência do emprego desses métodos**.

Outras, ainda, defendem que o Stonehenge foi meramente encontrado pronto e ocupado por povos neolíticos, já que foi produzido por uma civilização avançada e perdida. Ainda que rochas não possam ser datadas com carbono-14 (pois nunca foram seres vivos), **restos mortais humanos e animais podem**, e **eles apontam para uma idade compatível com a cronologia convencional**. Como muitos destes restos mortais estão em posições que exigem uma colocação posterior das pedras, fica claro que as pedras **são, de fato, do período neolítico**.